

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 影像資料庫中旋轉影像之相似尋取

### Similarity Retrieval for Rotated Images in Image Database Systems

計畫編號：NSC 88-2213-E-032-013

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：梁恩輝 淡江大學資訊管理學系

#### 一、中文摘要

影像中物件間的空間關係是影像的重要特性之一，在影像資料庫系統中，常根據此一特性來進行空間推理及相似尋取之功能。因此，如何利用空間資料結構將影像中物件間之空間關係表示出來已在相關研究被討論。2D字串及由2D字串演變而來的許多字串已被提出來作為表示物件間空間關係之資料結構。

但是這些字串表示法是適用於笛卡兒座標系統(Cartesian Coordinates System)中，而且查詢影像和影像資料庫中之影像在同樣的方向(the same orientation)上才能被使用。因此，若查詢影像和影像資料庫之影像在不同的方向上，縱然某些影像和查詢影像有相同之空間關係，但仍然無法被查詢到。針對此一問題，RS-字串已被提出。但是，其乃是根據極座標系統(Polar Coordinates System)，因此其空間關係之描述和在笛卡兒座標系統之下有所不同。本計劃提出了一個在笛卡兒座標系統中，當使用者所提供之查詢影像和資料庫中影像不同方向時，仍能查詢到資料庫中與其空間關係相同之影像之方法。

關鍵詞：空間關係，影像資料庫，空間推理，相似尋取，笛卡兒座標，RS-字串，極座標

#### Abstract

The spatial relationship between objects is one of the important characteristics of an image. In an image database system, spatial reasoning and similarity retrieval are often performed based on the spatial relationships. Hence, how to use a spatial data structure to represent the spatial relationships within an image has been discussed in the related research. The 2D string and all the strings extended from it have been used as the data structures to represent the spatial relationships between objects.

However, these strings are used in the Cartesian coordinates systems and the query image must have the same orientation as that of the images in the image database. Consequently, a database image will not be retrieved by a query image although they have the same spatial relationships between objects but different orientations. RS-string has been proposed to try to solve this problem. However, it is based on the polar coordinates system. The description of the spatial relationships between objects is different from that in the Cartesian coordinates system. In this project, we propose and approach to retrieve the database image when the query image provided by the user is in the different orientation according to the spatial relationships between objects in the

Cartesian coordinates system.

**Keywords:** Spatial Relationship, Image Database, Spatial Reasoning, Similarity Retrieval, Cartesian Coordinates System, RS-String, Polar Coordinates System

## 二、緣由與目的

影像資訊系統是一套用來管理和控制影像的輸入、處理、輸出、查詢之資訊系統。近幾年來，影像資訊系統在各種領域上已漸漸有了大量的應用[1]，例如辦公室自動化系統、電腦輔助設計、電腦輔助生產、地理資訊系統、全球定位系統、多媒體資料庫系統及醫療系統等，對現代人的生活上的影響已愈來愈深。

在影像資訊系統中，影像的尋取是一相當重要的課題，而影像中物件間的空間關係是尋取影像時必須考慮的重要特性之一。事實上，空間關係已被用來當成評量影像資料庫系統在相似尋取時不同影像是否相似的條件，而 2D 字串及 2D-C 字串已被提出作為表示物件空間關係之資料結構。

相似尋取會尋取影像資料庫中和查詢影像的每一對物件間之空間關係相同之影像。但表示影像之字串會隨著方向(orientation)之改變而改變，也就是說一影像經過旋轉之後會得到一不同之字串，當然，兩物件之空間關係也會改變。因此，影像旋轉可能會造成相似尋取時無法尋取到影像的問題。

針對此問題，極座標定義之下之 RS-字串[2]已被提出，而笛卡兒座標系下的空間關係表示法仍會有上述的問題，故計劃對此提出一個方法來解決。

## 三、結果與討論

首先，在影像中所有物件均可以以其 convex hull 表示，據此來求影像旋轉  $0^\circ$  到  $360^\circ$  之所有空間關係，以下有一個定義：

[定義 1]

投影切線，Projection Tangent，簡稱為 PT。對特定 A、B 兩凸多邊形而言，假設多邊形 A 由  $a_1, a_2, \dots, a_m$  頂點構成，多邊形 B 由  $b_1, b_2, \dots, b_n$  頂點構成，若存在一條通過  $a_i$ 、 $b_j$  之直線，且  $a_i$ 、 $b_j$  不為同一點，使得 A 所有頂點在此直線的同一側且 B 所有頂點亦在此直線的同一側（A、B 之所有頂點不需在直線同一側），則此直線稱為投影切線。

我們提出並證明以下二定理：

[定理 1]

旋轉影像時，若影像中兩物件一維投影的空間關係改變，必定發生在兩物件的投影切線與 Y 軸平行時。

[定理 2]

將兩物件所有投影切線角度排序，兩物件在任兩相鄰角度區間內一維投影的空間關係不變。

[定義 2]

空間關係表格，Relational Table，簡稱為 RT。對特定兩物件，記錄當影像從  $0^\circ$  度開始旋轉，所有投影切線與 Y 軸平行時的角度、影像旋轉至此角度兩物件一維投影的空間關係、在角度與角度之間兩物件一維投影之空間關係。

產生空間關係表格一開始需先將兩物件所有投影切線的角度求出，再將之排序，記錄其與 Y 軸平行時的角度及兩物件在此投影而得的空間關係，再求出在相鄰角度區間內的空間關係，記錄之。因此，由空間關係表格可得知兩物件在影像旋轉  $0^\circ$  至  $360^\circ$  時所有空間關係的變化。

由定理 1 得知影像中兩物件在一維投影的空間關係改變，必會在旋轉影像時轉至投影切線與 Y 軸平行時的角度，而由定理 2 得知兩物件在投影切線與 Y 軸平行時的角度與角度之間其一維投影之空間關係不變。在 RT 中，記錄兩物件所有的投影切線與 Y 軸平行的角度、在此角度的一維投影空間關係和角度與角度間兩物件對一維投影的空間關係。觀察 RT，則可知此兩物件在影像旋轉  $0^\circ$  到  $360^\circ$  的空間關係，影像

中每兩兩物件皆建立 RT 後，則可知影像旋轉  $0^\circ$  到  $360^\circ$  後，其所有物件在一維投影的空間關係。

在相似尋取時，會比較影像所有物件投影的空間關係，影像旋轉後，物件投影的空間關係可能會改變，尋取時就尋取不到相似的影像，但若得知影像旋轉  $0^\circ$  到  $360^\circ$  所有兩兩物件的空間關係，可克服上述困難進而找到相似的影像，而影像旋轉  $0^\circ$  到  $360^\circ$  其所有兩兩物件的空間關係可由投影切線及空間關係表格推論得知。

相似尋取的方法如下：假設影像資料庫有  $n$  張影像  $P_i, i=1,2,\dots,n$ ，查詢影像  $Q$ ，有  $m$  個物件  $A_j, j=1,2,\dots,m$ 。先檢查  $P_i$  是否包含  $Q$  的所有物件，若  $Q$  的物件不在  $P_i$  中，則  $P_i$  不為相似影像，再找影像  $P_{i+1}$  來做相似尋取；若  $Q$  的物件在  $P_i$  中，再從  $Q$  中任取兩物件  $A_k, k=1,2,\dots,m$ ，及  $A_l, l=1,2,\dots,m, k \neq l$ ，產生此兩物件的空間關係表格，再檢查  $P_i$  物件中和  $A_k, A_l$  物件名稱相同的兩物件，由此兩物件投影在  $X$  軸的空間關係，看在  $Q$  兩物件之空間關係表格中有無與其相同的空間關係，若沒有相同的空間關係，則  $P_i$  不為相似影像；若有相同的空間關係，在空間關係表格中所對應的角度範圍即為影像可能的旋轉角度。所有兩兩物件皆依上述方法找到影像可能的旋轉角度範圍。同一種空間關係所對應的角度範圍可能有多個，故最後可能的旋轉角度亦有可能有多個。得到影像的可能旋轉角度後，再尋取  $P_i$  所有物件在  $Y$  軸投影後的空間關係和  $Q$  所有物件在這些可能旋轉角度的垂直方向上投影之空間關係相同的角度，若尋取不到空間關係相同的角度，則  $P_i$  不為相似影像；若可尋取到此角度，則視  $P_i$  為  $Q$  之相似影像。

#### 四、計畫成果自評

本研究提出投影切線及空間關係表格。首先找出影像中兩物件的投影切線，再由投影切線建立空間關係表格。由空間

關係表格可得此兩物件在影像旋轉  $0^\circ$  到  $360^\circ$  時一維投影之空間關係變化，進而可知影像旋轉至哪些角度時，查詢影像和影像資料庫中之影像有相同之空間關係，尋取到影像資料庫中之相似影像。故在相似尋取時，影像資料庫中旋轉影像的問題即可解決。在我們的實驗中，確實能達到查詢旋轉影像之效果。

#### 五、參考文獻

- [1] Tamura, H. and N. Yokoya, Image database systems: a survey, *Pattern Recognition* 17, pp. 29-43 (1984).
- [2] Huang, P.W. and Y.R. Jean, Spatial reasoning and similarity retrieval for image database systems based on RS-strings, *Pattern Recognition* 29 pp. 2103-2114 (1996)